CAB INTERNATIONAL
MYCOLOGICAL INSTITUTE
LIBRARY
4 FEB 1992
FRENZEL, H.
193

Überreicht von der Biologischen Reichsanstalt

Sonderabdruck aus den
Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt
für Land- und Forstwirtschaft

Achtzehnter Band Berlin-Dahlem Heft 2

Ausgegeben im Mai 1930.

Beiträge zur Spezialisierung des Haferkronenrostes, Puccinia coronifera f. sp. avenae Kleb.

Von **Helmut Frenzel.**

(Biologische Reichsanstalt, Berlin-Dahlem.)

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE

Sonderabdruck aus den
Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Achtzehnter Band Berlin-Dahlem Heft 2

Ausgegeben im Mai 1930.

Beiträge zur Spezialisierung des Haferkronenrostes, Puccinia coronifera f. sp. avenae Kleb.

Von **Helmut Frenzel.**
(Biologische Reichsanstalt, Berlin-Dahlem.)

Inhalt:

I. Einleitung
II. Der gegenwärtige Stand der Systematik der Kronenroste
III. Material und Infektionsmethode
IV. Die Abgrenzung der physiologischen Rassen des Haferkronenrostes
V. Die Analysen der Kronenrost-Herkünfte aus den Jahren 1928 und 1929
VI. Ueber die Teleutosporenbildung bei verschiedenen Rassen des Haferkronenrostes
VII. Die Sortenprüfungen
VIII. Gräserinfektionen
IX. Zusammenfassung
Literatur

I. Einleitung.

Durch die grundlegenden Untersuchungen von Eriksson und Klebahn war schon seit langem bekannt, daß verschiedene Getreiderostarten aus Formenkreisen, aus sogenannten *formae speciales* bestehen, die sich rein biologisch, d. h. durch ihr Infektionsvermögen verschiedener Wirtsgattungen und -arten, unterscheiden. Neuere Untersuchungen, besonders durch Stakman und seine Mitarbeiter in Nord-Amerika, haben nun gezeigt, daß auch diese *formae speciales* noch in eine Reihe von Unterformen, sog. „physiologische Rassen" (oder „Biotypen") zerfallen, die wiederum auf bestimmte Varietäten einer Getreideart begrenzt sind. Spezialisierung in physiologische Rassen konnte in Nord-Amerika bei fast allen Getreiderostarten festgestellt werden, so bei *Puccinia graminis tritici, secalis* und *avenae* durch Stakman und seine Schüler, bei *Pucc. coronata avenae* durch Hoerner (16) und Parson (29), und bei *Pucc. triticina* durch Mains und Jackson (22). Die Bedeutung der Spezialisierung der Getreideroste für die gesamte Rostforschung einerseits, sowie für die praktische Landwirtschaft hinsichtlich der Rostbekämpfung durch Züchtung und Anbau rostresistenter Getreidesorten andererseits, ließ es als wünschenswert erscheinen, dieses Problem auch in Deutschland einer eingehenden Bearbeitung zu unterziehen. So konnte Scheibe (33) durch seine Untersuchungen am Weizenbraunrost, *Puccinia triticina,* für Deutschland vier physiologische Rassen auf Grund ihres verschiedenen pathogenen Verhaltens einer Zahl von elf Weizensorten gegenüber identifizieren. Neuerdings gibt auch Allison (6) an, beim Weizengelbrost, *Pucc. glumarum tritici,* in Europa drei physiologische Rassen festgestellt zu haben.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Frage der Spezialisierung des Kronenrostes auf Hafer, einer Rostart, die Klebahn als *Pucc. coronifera f. sp. avenae Kleb.* benannte. Die Arbeit schließt sich bezüglich der Fragestellung und Methodik eng an die oben erwähnte Arbeit von Scheibe an. In vieler Beziehung konnte sie auch auf den Erfahrungen aufbauen, die Hoerner und Parson bereits in Nord-Amerika mit dem Kronenrost auf Hafer gesammelt haben.

II. Der gegenwärtige Stand der Systematik der Kronenroste.

Wie bereits betont, liegt der Arbeit die auf Hafer vorkommende Form des Kronenrostes zugrunde, die in Europa von Klebahn (19) als *Puccinia coronifera f. sp. avenae* beschrieben ist. Im Gegensatz hierzu finden wir in den amerikanischen Arbeiten, auf welche hier Bezug genommen werden mußte, die in Nord-Amerika auf Hafer vorkommende Kronenrostform stets als *Pucc. coronata avenae* bezeichnet. Der Grund hierfür besteht darin, daß die Spezialisierung der alten *Pucc. coronata Corda* in Nord-Amerika in anderer Weise durchgeführt ist als in Europa. Es dürfte daher angebracht sein, vor einer neueren eingehenden Bearbeitung der Spezialisierungserscheinungen des Haferkronenrostes, zunächst einmal auf die Systematik der Kronenroste überhaupt kurz einzugehen.

Die Kenntnis über die biologischen Verhältnisse der Kronenroste in Europa verdanken wir besonders den Arbeiten von Klebahn, Eriksson und Mühlethaler. Nachdem de Bary im Jahre 1865 die Heteröcie von *Puccinia coronata Cda.* festgestellt hatte, kam später Klebahn (17) auf Grund von Kulturversuchen zu der Überzeugung, daß *Puccinia coronata Corda* aus zwei getrennten Formenkreisen bestehe, die er als Arten anspricht. Von diesen bildet die eine ihre Ädidien auf *Rhamnus cathartica (Pucc. coronifera Kleb.)* aus, die andere auf *Rhamnus frangula [Pucc. coronata (Cda.) Kleb.].* Die weiteren Untersuchungen durch Klebahn (18, 19, 20), Eriksson (10, 11, 12) und Mühlethaler (26)führten zu dem Ergebnis einer weiteren Aufteilung der alten *Puccinia coronata Corda,* die Mühlethaler (26) in ihrer neuesten Zusammenstellung folgendermaßen darstellt:

I. Puccinia coronifera Kleb.

Aecidien auf Rhamnus-Arten der Gruppe Cervispina und Rhamnus Imeretina hort.

1. f. sp. Avenae
2. f. sp. Alopecuri
3. f. sp. Festucae, auf Festuca elatior, arundinacea (Schweiz), gigantea, varia, alpina
4. f. sp. Lolii, auf Lolium remotum var. aristatum, temulentum, perenne, rigidum, italicum, Festuca elatior (Schweiz)
5. f. sp. Glyceriae
6. f. sp. Agropyri
7. f. sp. Epigaei
8. f. sp. Holci
9. f. sp. Bromi, auf Bromus erectus, erectus var. condensatus, inermis, sterilis, tectorum, secalinus, commutatus, wahrscheinlich auch asper

II. Puccinia himalensis (Barcl.) Diet.

Aecidien auf Rhamnus dahurica, Teleutosporen auf Brachypodium silvaticum (vielleicht zu Puccinia coronifera Kleb.).

III. Puccinia alpinae coronata nov. sp.

Aecidien auf der Gruppe Espina, sowie auf Rhamnus Purshiana D. C., Teleutosporen auf Calamagrostis varia und tenella.

IV. Puccinia coronata (Cda.) Kleb.

Aecidien auf den Gruppen Frangula und Alaternus sowie auf Rhamnus Imeretina hort.

1. f. sp. Calamagrostis
2. f. sp. Phalaridis, der f. sp. Calamagrostis gegenüber nicht scharf fixiert
3. f. sp. Agrostis

Dazu treten wahrscheinlich (nach Eriksson) f. sp. Holci und Agropyri.

V. Puccinia coronata Cda. s. lat.

f. sp. Melicae, Aecidium unbekannt.

Für die Trennung der verschiedenen Arten ist neben geringen morphologischen Unterschieden also hauptsächlich ihr spezifisches Verhalten einigen *Rhamnus*-Arten gegenüber als maßgeblich herangezogen worden.

Die Untersuchungen über die Spezialisierung der *Puccinia coronata Corda* in Nord-Amerika, die neuerdings besonders von Melhus, Dietz und Willey (23) und Dietz (9) durchgeführt sind, haben dagegen zu anderen Ergebnissen geführt. Eine Aufteilung der alten *Puccinia coronata Corda* in mehrere Arten auf Grund von Zwischenwirtsreaktionen soll für Nord-Amerika nicht gerechtfertigt sein. Bei Infektionsversuchen mit Teleutosporen von *Avena sativa, Calamagrostis canadensis* und *Festuca elatior* auf 16 verschiedenen *Rhamnus*-Arten und einer *Rhamnus*-Varietät konnte Dietz (9) feststellen, daß gewisse *Rhamnus*-Arten einigen Kronenrostformen gegenüber eine merkliche Resistenz, anderen gegenüber eine gewisse Anfälligkeit zeigen. Er kam daher zu dem Schluß, daß der Kronenrost in Amerika aus einer einzigen Species, *Puccinia coronata Cda.*, bestehe, innerhalb einer weiten Zwischenwirtsreihe.

Was die Abgrenzung der einzelnen physiologischen Formen anbetrifft, so wurde von Melhus, Dietz und Willey (23) in Versuchen mit den in Amerika auf *Avena sativa, Calamagrostis canadensis, Lolium perenne* und *Holcus lanatus* vorkommenden Kronenrostformen festgestellt, daß die Form auf Hafer sich im Gegensatz zu den Fesstellungen in Europa auf 16, die Form auf *Calamagrostis canadensis* auf 14 und die Form auf *Lolium perenne* sich auf 13 andere Grasarten übertragen ließ, während die Form von *Holcus lanatus* nur wieder auf *Holcus lanatus* überging.

Es besteht demnach eine gewisse Verschiedenheit in der Biologie der Kronenroste überhaupt, sowie auch insbesondere bei der auf Hafer vorkommenden spezialisierten Form in Nord-Amerika und Europa. Die meinen Untersuchungen zugrunde gelegte Kronenrostform dürfte daher derjenigen von Klebahn als *Puccinia coronifera f. sp. avenae* bezeichneten entsprechen.

III. Material und Infektionsmethode.

Zur Durchführung meiner Untersuchungen benötigte ich einerseits Uredosporenmaterial aus den verschiedensten Gebieten Deutschlands und andererseits eine möglichst große Anzahl von verschiedenen Hafersorten. Die Hafersorten stammten zu einem Teil aus dem Laboratorium für Sortenkunde der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, zum anderen Teile wurden sie mir von verschiedenen Instituten freundlicherweise zur Verfügung gestellt, und zwar waren es die folgenden Institute:

Institut für Acker und Pflanzenbau der Landw. Hochschule Berlin,
" " " " " " Universität Gießen,
" " " " " " Universität Leipzig,
" " " " " " Techn. Hochschule München,
" " Vererbungsforschung der Landw. Hochschule Berlin,
" " angewandte Botanik, Genetik und Pflanzenzüchtung Leningrad,
Arlington Farm des Departments of Agriculture in Washington D. C.

Das Uredosporenmaterial wurde teils von mir selbst gesammelt, teils von verschiedenen Seiten mir liebenswürdigerweise zugesandt. Die Rostherkünfte sind mit Angabe der Einsender im Abschnitt V aufgeführt. Ich möchte an dieser Stelle nicht verfehlen, allen denen, die mir auf diese Weise bei der Durchführung meiner Arbeit behilflich waren, meinen Dank auszusprechen.

Das Sporenmaterial einer jeden Herkunft wurde zu Beginn der Untersuchung zunächst auf einer hochanfälligen Hafersorte vermehrt und dann einer eingehenden Rassenanalyse unterworfen.

Die Infektionsbedingungen des Haferkronenrostes sind besonders durch die Untersuchungen von Melhus und Durrell (24) und neuerdings von Gassner und Appel (15) festgelegt worden. Die Kultur des Haferkronenrostes bereitet ähnlich der des Weizenbraunrostes kaum Schwierigkeiten. Die für seine Entwicklung optimale Temperatur liegt bei 20° C. Die Empfindlichkeit gegen höhere bezw. niedere Temperaturen ist gering. Starkes Ansteigen der Temperatur im Sommer konnte durch eine im Gewächshaus eingebaute Kühlanlage verhindert werden. Die Bedeutung der Luftfeuchtigkeit für die Entwicklung des Rostes besteht vor allem darin, daß zunächst für die Keimung der Sporen tropfbar flüssiges Wasser erforderlich ist. Nach dem Eindringen der Sporenkeimschläuche ist nach Gassner und Appel (15) der weitere Infektionsverlauf unabhängig von der Luftfeuchtigkeit. Maßgeblich für den Infektionserfolg ist auch der Lichtgenuß, und zwar ist, wie Gassner und Appel nachweisen konnten, die fördernde Einwirkung des Lichtes nicht auf eine direkte Wirkung auf das Rostpilzmycel zurückzuführen, sondern sie besteht indirekt in der Einwirkung des Lichtes auf die Ernährung der Nährpflanze. Ein merklicher Lichtmangel bestand bei meinen Untersuchungen im allgemeinen nur in den Monaten Dezember, Januar und Februar, so daß die Rostuntersuchungen in diesen Monaten ruhen mußten.

Die Infektionsmethode war dieselbe, wie sie unter anderen Scheibe (33) neuerdings für den Braunrost des Weizens beschrieben hat. Sie sei daher nur kurz angegeben und im übrigen auf ihre Beschreibung durch Scheibe hingewiesen.

Zunächst wurde eine Sporenaufschwemmung mit destilliertem Wasser in einem Uhrschälchen angerichtet. Die Dichte der Sporenaufschwemmung ist nicht von besonderer Bedeutung, da ja nicht der quantitative Befall der betreffenden Hafersorte, ihre Befallsintensität, bestimmt werden soll, sondern der Befallstyp. Die Sporenaufschwemmung wurde dann mit einem Pinsel auf die Haferblätter übertragen, die zuvor mit einem Zerstäuber leicht mit aqua dest. besprengt waren. Bei Einzelpustel-Übertragungen wurden die einzelnen Pusteln mit Hilfe des angefeuchteten Skalpells auf die zu infizierenden Haferpflanzen übertragen. Die Infektion der Haferpflanzen, die zu je fünf Pflanzen in 8-cm-Blumentöpfen herangezogen wurden, wurde im allgemeinen im Stadium des ersten Blattes, kurz vor Entwicklung des zweiten Blattes, vorgenommen. Nach erfolgter Infektion wurden die Töpfe mit den Haferpflanzen auf eine mit feuchtem Torfmull ausgelegte Bank gebracht und mit Glasglocken 48 Stunden lang bei einer Temperatur von mindestens 20° C bedeckt gehalten, um eine für die Sporenkeimung optimale Luftfeuchtigkeit zu gewinnen. Bereits nach 5—6 Tagen machte sich

der Infektionserfolg durch das Auftreten von chlorotischen Zonen auf den Blättern bemerkbar. Die Inkubationszeit, das heißt die Zeit von dem Tage der Infektion bis zu dem Tage des Aufbrechens der Uredolager, dauerte bei optimaler Temperatur und guten Lichtverhältnissen im allgemeinen 8—9 Tage; sie wurde bei den im Winter ungünstigen Lichtverhältnissen, sofern dann überhaupt noch charakteristische Infektionsbilder erzielt werden konnten, bis auf 13 Tage verlängert.

IV. Die Abgrenzung der physiologischen Rassen des Haferkronenrostes.

Die Trennung und Kennzeichnung von Rassen geschieht bei den Rostpilzen im allgemeinen auf Grund ihrer Pathogenität, d. h. ihres Infektionsvermögens gewissen Wirtssorten gegenüber. Ihre Abgrenzung auf rein morphologischer Basis ist bei *Pucc. graminis tritici* durch Levine (21) versucht worden, der gewisse Größenunterschiede bei Sporen verschiedener physiologischer Rassen feststellen konnte. Solche Unterschiede bei *Pucc. coronifera* auffinden zu wollen, dürfte wegen der etwas schief-ovalen Form der Sporen kaum zu exakten Ergebnissen führen. Als ein besonderes und sehr aufschlußreiches Kriterium für das Bestehen gewisser physiologischer Unterschiede zwischen verschiedenen „physiologischen Rassen" beim Haferkronenrost habe ich aber noch bemerkenswerte Unterschiede in der Geschwindigkeit der Teleutosporenbildung finden können. In einem folgenden Abschnitt wird darüber noch besonders berichtet. Für die Isolierung der Rassen kommt indessen als schärfstes Kriterium allein der Infektionsversuch auf einer Anzahl Sorten in Frage, die auf Grund ihres verschiedenen Reaktionsvermögens den einzelnen Rassen gegenüber zur Identifizierung derselben dienen können.

Ich bedurfte daher für meine Untersuchungen über die Spezialisierung des Haferkronenrostes zunächst einer Anzahl von Hafersorten, die den eben erwähnten Anforderungen entsprachen, und die so in ihrer Gesamtheit als „Standardsortiment" dienen konnten.

Durch die Arbeiten von Hoerner (16) und Parson (29) in Amerika waren mir schon von vornherein vier geeignete Hafersorten an die Hand gegeben, und zwar handelt es sich um die Sorten: Ruakura C. I. 2025, Red Rustproof C. I. 1815, Green Mountain C. I. 1892 und *Avena sterilis var. nigra* C. I. 840—49. Aus diesen vier Sorten stellte ich mir zunächst ein Standardsortiment zusammen. Um das Standardsortiment noch zu vervollständigen, führte ich gleichzeitig neben den Herkunftsanalysen noch Sortenprüfungen mit einzelnen Kronenrost-Rassen durch. Mit Hilfe dieser Sortenprüfungen gelang es mir, fünf weitere Hafersorten zu finden, die zur Vervollständigung des Standardsortiments geeignet erschienen. Das Standardsortiment setzte sich danach endgültig aus folgenden neun Hafersorten zusammen:

1. Ruakura C. I. 2025
2. Uruguay Hafer
3. Red Rustproof C. I. 1815
4. Bri
5. Brünings Winter-Hafer
6. Green Mountain C. I. 1892
7. Odenwälder Straußhafer
8. Avena sterilis var. nigra C. I. 840—49
9. Mortgage

Von diesen neun Sorten gehören in ihrer systematischen Zugehörigkeit die Sorten 3 und 8 zur Art *Avena sterilis*, während alle übrigen Sorten der Art *Avena sativa*

bezw. *orientalis* angehören. Was die Herkunft der Sorten betrifft, so stammen die Sorten 1, 3, 6 und 8 von der Arlington Farm des Department of Agriculture in Washington D. C., die Sorte 2 aus dem Botanischen Institut der Technischen Hochschule zu Braunschweig und die Sorten 4 und 9 aus dem Sortiment von Prof. Vavilov. Die Sorte 5 erhielt ich aus dem Institut für Acker- und Pflanzenbau der Landwirtsch. Hochschule zu Berlin und die Sorte 7 aus dem gleichen Institut der Universität zu Gießen.

Das Standardsortiment soll auf Grund des Reaktionsvermögens seiner einzelnen Sorten auf physiologische Rassen des Haferkronenrostes zu deren Kennzeichnung dienen. Wie weit dies erreicht werden kann, hängt von dem Reaktionsvermögen der einzelnen Sorten ab, sowie von der Anzahl der Sorten, die es zusammensetzen. Es wäre durchaus möglich, mit einem größeren Standardsortiment noch eine größere Anzahl von Biotypen erkennen bezw. isolieren zu können, als es in der vorliegenden Arbeit geschehen ist, doch war es mir aus Mangel an geeigneten Sorten nicht möglich, das verwendete Standardsortiment noch zu vergrößern. Weiterhin ist es bei den Sorten, die es zusammensetzen, unbedingt erforderlich, daß es sich um genotypisch homogene Sorten handelt, da sie sonst als Indikatoren vollkommen wertlos sein würden. In dieser Hinsicht genügten im allgemeinen alle neun Sorten, wenngleich sich bei einigen Sorten auch ab und zu einmal eine Pflanze zeigte, die durch ihr Befallsbild aus dem Rahmen der Sorte herausfiel.

Die Befallsbilder auf den infizierten Haferpflanzen wiesen alle Zwischenstufen von höchster Resistenz bis zu starker Anfälligkeit auf. Zur Charakterisierung der Befallsbilder bediente ich mich der von Stakman und Levine (36) aufgestellten Befallstypenskala. Sie ist im folgenden in ihrer Übersetzung nach Scheibe (33) wiedergegeben.

0 = Hoch resistent. Keinerlei Uredoentwicklung. Chlorotische oder nekrotische Flecke mehr oder weniger deutlich sichtbar.

1 = Stark resistent. Uredopusteln vereinzelt und immer in nekrotischen Flecken. Häufig kleine nekrotische Flecke bezw. auch größere zusammenhängende nekrotische Zonen ohne jegliche Uredo-Ausbildung.

2 = Fast resistent, reichlichere Uredoentwicklung; die Pusteln von mittlerer Größe, immer in nekrotischen oder aber chlorotischen Flecken. Nekrotische Flecken selten ohne Uredo.

3 = Anfällig. Zahlreiche Uredopusteln, die Uredo von mittlerer Größe. Keine Nekrosis, aber meist starke Chlorose in und um die Befallszone.

4 = Stark anfällig. Uredo sehr zahlreich, groß und zusammenhängend. Weder Nekrose noch Chlorose um die Pustellager.

Zur weiteren Erklärung der Befallstypen möchte ich auf die farbige Tafel zu den Befallstypen beim Weizenbraunrost bei Scheibe (33) hinweisen, da die Befallstypen bei beiden Rostarten grundsätzlich dieselben sind. Alle in dieser Tabelle zusammengefaßten fünf Befallstypen konnte ich bei meinen Untersuchungen auch beobachten, wenngleich auch Parson (29) angibt, keinen klaren Typ 2 im Verlaufe seiner Untersuchungen beobachtet zu haben. Allerdings treten die Unterschiede zwischen den Befallstypen nicht so scharf heraus wie es z. B. bei *Puccinia triticina* der Fall ist. Die Einteilung der Befallsbilder in fünf Gruppen ist natürlich nur ein Hilfsmittel, das lediglich die bestehenden quantitativen Beziehungsverhältnisse zwischen Wirtspflanze und Parasit kennzeichnen soll. Eine scharfe Grenze zwischen den einzelnen Infektionstypen läßt sich im allgemeinen nicht ziehen, weil ja, wie bereits betont, alle Übergänge vorhanden sind. So bereitet besonders die Abgrenzung der

Infektionstypen 1 und 2 bzw. 2 und 3 oft Schwierigkeiten. Die im Infektionstyp 0 zusammengefaßten Befallsbilder zeigen alle Zwischenstufen von ganz geringer Fleckenbildung, die z. T. nur im durchscheinenden Licht zu beobachten ist, bis zu starker Flächennekrose. Starke Flächennekrose bildet bereits den Übergang zu dem Infektionstyp 1, da bei längerer Kultur der Pflanzen zuweilen im Befallsbild noch geringe Pustelbildung auftreten kann. Bei nur ganz geringer Fleckenbildung, wie sie z. B. die Sorte Red Rustproof bei Infektion mit der Form 26 zeigt, ist dagegen nie eine Pustelbildung zu beobachten, so daß dieses Befallsbild eine scharfe Trennung von dem Infektionstyp 1 zuläßt. Modifikationen im Befallstyp durch Variierung der Umweltseinflüsse, wie z. B. durch Licht und Temperatur oder durch verschieden starke Infektion, waren nur geringfügig.

Die in der Befallstypenskala aufgeführten Infektionsbilder ergeben sich aus einer Wechselwirkung zwischen Pilz und Pflanze. Anatomisch-cytologische Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Nährpflanze und Parasit bei *Pucc. coronata* an zwei Hafersorten, einer anfälligen und einer resistenten, durch Ruttle und Fraser (32) führten zu ähnlichen Ergebnissen wie die von Stakman (35), Newton (27) und Allen (1, 2, 3, 4 und 5) bei anderen Rostarten. Sowohl bei anfälligen wie bei resistenten Sorten dringen die Keimschläuche der Sporen in gleicher Weise in die Stomata ein. Bei der anfälligen Sorte senden die Infektionshyphen des Pilzes zahlreiche Haustorien in die Zellen des Wirtsgewebes, die auf das Gewebe zunächst keinen unmittelbar schädigenden Einfluß ausüben. Währenddessen antworten die Wirtszellen der resistenten Hafersorte im allgemeinen auf das Eindringen der Haustorien mit einer heftigen Reaktion, die sowohl den Tod der Zelle sowie den des Haustoriums zur Folge hat. Auch die benachbarten Zellen werden noch mit in Mitleidenschaft gezogen. Worauf diese Reaktion begründet ist, konnte bisher nicht festgestellt werden.

Die Beurteilung der auf den infizierten Hafersorten auftretenden Befallsbilder erfolgt am Ende der Inkubationszeit, also durchweg am 8. bis 10. Tage nach der Infektion, kurz nachdem die Uredopusteln aufgebrochen sind. Bei längerem Hinauszögern verwischen sich die Unterschiede mehr oder weniger, so daß eine spätere Bonitierung an Genauigkeit zu wünschen übrig läßt. Doch sind die beiden Hauptgruppen Resistent (Infektionstyp 0 bis 2) und Anfällig (Infektionstyp 3 und 4) auch dann noch deutlich zu unterscheiden.

V. Die Analysen der Kronenrost-Herkünfte aus den Jahren 1928 und 1929.

Die Herkunftsanalysen wurden unternommen vornehmlich zur Klärung von zwei Fragen, nämlich erstens: ob der Kronenrost, *Pucc. coronifera f. sp. avenae*, in physiologische Rassen spezialisiert ist, und zweitens: wie sich die Spezialisierung des Haferkronenrostes in größeren Gebieten Deutschlands bzw. in denjenigen seiner angrenzenden Länder auswirkt. Zu diesem Zwecke war es nötig, Kronenrostherkünfte aus den verschiedensten Teilen Deutschlands auf ihren Rassengehalt zu prüfen. Die Prüfungen wurden in den beiden aufeinanderfolgenden Jahren 1928 und 1929 unternommen.

Da es sich in den meisten Fällen erwies, daß die verschiedenen Herkünfte des Haferkronenrostes nicht aus einer einzigen Form, sondern aus Populationen oder Mischungen mehrerer Rassen bestanden, war es zunächst nötig, die in ihnen enthaltenen Rassen voneinander zu trennen. Die Methodik der Rassentrennung ist bereits durch Scheibe (33) ausführlich beschrieben worden; hier sei nur kurz der Weg angegeben, der von mir selbst zum Zwecke der Rassentrennung eingeschlagen wurde,

und zwar war der Weg folgender: Zunächst Trennung der Rassen durch Einzelpustelkultur und darauffolgende Kontrolle mit Hilfe der Einzelsporenkultur.

Die betreffende Rostherkunft wurde, nachdem sie auf einer hochanfälligen Hafersorte vermehrt worden war, zunächst auf ein Standardsortiment übertragen. Nach beendeter Inkubationszeit wurden von jeder befallenen Sorte einzelne Pusteln abgenommen und auf eine hochanfällige Haferpflanze zur Vermehrung übertragen. Wurde auf einer Sorte des Standardsortiments ein heterogener Befall beobachtet, so war das im allgemeinen ein Zeichen, daß dieses Befallsbild in einem gleichzeitigen Auftreten mehrerer Formen seinen Ursprung hatte. In diesem Falle wurden zum Zwecke der Trennung der Rassen einzelne Pusteln der den resistenteren Infektionstypus hervorrufenden physiologischen Rasse auf hochanfällige Haferpflanzen übertragen, während Einzelpusteln der den anfälligeren Infektionstypus erzeugenden physiologischen Rasse auf Haferpflanzen derselben Sorte des Standardsortiments zur Vermehrung übertragen wurden. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß bei mehrmaliger Vermehrung auf derselben Sorte etwaige Verunreinigungen durch andere Rassen, für die die betreffende Sorte resistenter ist, dabei vollkommen unterdrückt werden, da sie nicht in demselben Maße zur Sporenbildung gelangen können. Daß die Einzelpustelkulturen durch schärfsten Abschluß von der Umgebung mit Hilfe von Isolierglocken gegen Fremdinfektion geschützt werden müssen, bedarf wohl weiter keiner Betonung. Nach genügender Vermehrung der Kulturen wurden diese dann wieder zur Bestimmung der betreffenden physiologischen Rassen auf Standardsortimente übertragen.

Auf Grund der sich aus den Analysen ergebenden starken Spezialisierung des Haferkronenrostes wurden die durch die Einzelpustelkulturen gewonnenen Ergebnisse im allgemeinen noch einmal mit Hilfe der Einzelsporenkultur kontrolliert.

Da bei der Einzelsporenkultur, wie der Name schon sagt, das Ausgangsmaterial für die Kultur aus nur einer einzigen Spore besteht, so hat man dadurch die unbedingte Sicherheit, zu einem genotypisch einheitlichen Sporenmaterial zu kommen. Allerdings ist die Einzelsporenkultur in ihrer Anwendung erheblich zeitraubend und mit verhältnismäßig großen Schwierigkeiten verbunden. Ich ging dabei folgendermaßen vor: Zunächst überzog ich einen Objektträger mit einer dünnen Agarschicht, die ich nach ihrer Abkühlung mit einer dünnen Sporenaufschwemmung bestrich. Nachdem die aufgetragene Sporenaufschwemmung ein wenig angetrocknet war, versuchte ich unter dem Mikroskop mit Hilfe einer feinen Präpariernadel eine einzelne Spore herauszuheben. War dies gelungen, so wurde unter einem zweiten Mikroskop genau kontrolliert, ob nicht etwa mehrere Sporen an der Nadel hingen. Darauf wurde die Spore durch vorsichtiges Abstreichen der Nadel auf ein Haferblatt übertragen. Die Haferpflanzen waren zu je 5 in einem Topf unter einem Isolierzylinder herangezogen; sie wurden auch während der ganzen Inkubationszeit von demselben bedeckt gehalten. Selbstverständlich muß auch die Einzelsporenübertragung in einem vollkommen abgeschlossenen Raum vorgenommen und jeder Luftzug vermieden werden, um Fremdinfektionen auf alle Fälle auszuschließen. Die Infektionen gelangen im allgemeinen nur im Sommer, wenn optimale Lichtverhältnisse vorlagen. Es betrug dann der Infektionserfolg durchschnittlich 10 Prozent. Mag dieser Infektionserfolg auch gering erscheinen, so hat man dafür aber die unbedingte Sicherheit, genotypisch vollkommen einheitliches Infektionsmaterial zu erhalten.

Den Untersuchungen des Jahres 1928 lagen die in Tabelle I angeführten Haferkronenrostherkünfte zugrunde.

Tabelle I.
Rostherkünfte aus dem Jahre 1928.

Herkunft	Einsender
1. Braunschweig	G. Gaßner
2. München	A. Scheibe
3. Büchling bei Straubing, Niederbayern	A. Scheibe
4. Weihenstephan bei Freising, Oberbayern	A. Scheibe
5. Bernhagen, Kreis Naugard, Ostpommern	G. Müller
6. Baarn in Holland	J. Westerdijk
7. Versuchsfeld Dahlem	ipse
8. Böhmisch-Leipa bei Tetschen-Liebwerd	Zimmermann
9. Dörflas, Kreis Schleiz in Ost-Thüringen	A. Scheibe
10. Schmieleite, Kreis Schleiz	A. Scheibe
11. Quedlinburg	Fa. Gebr. Dippe
12. Kiel	H. Blunck
13. Jögewa in Estland	J. Mets

Die Untersuchungen wurden in der Zeit vom August 1928 bis Juni 1929, mit Ausnahme der lichtschwachen Monate Dezember, Januar und Februar, ausgeführt. Aus diesen 13 verschiedenen Herkünften gelang es mir, auf Grund des Reaktionsvermögens der Sorten des Standardsortiments, zwanzig scharf voneinander abgegrenzte physiologische Rassen zu isolieren. Die Tabelle II bringt eine Aufstellung der Rassen, die entsprechend ihrem Pathogenitätsgrade eingereiht und in üblicher Weise mit laufenden Nummern bezeichnet sind.

Tabelle II.
Die Ergebnisse der Haferkronenrost-Analysen aus dem Jahre 1928.

Sorten	Physiologische Rassen																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. Ruakura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	4
2. Uruguai-Hafer . . .	0	0	0	1	0	3	1	1	0	0	4	0	0	3	3	0	4	3	4	4
3. Red Rustproof . . .	0	0	0	2	0	0	2	0	2	4	2	2	2	0	2	2	4	4	1	4
4. Bri	0	0	0	0	0	1	0	4	4	1	4	3	2	4	3	4	1	4	4	1
5. Brünings Winterhafer	2	0	4	2	4	4	0	4	0	0	4	0	0	4	4	1	4	4	4	4
6. Green Mountain . .	0	4	x	4	4	0	4	4	0	4	0	4	4	4	1	4	1	1	1	4
7. Odenwäld. Straußhafer	1	2	4	2	2	1	2	1	4	1	2	4	4	2	2	4	1	2	4	3
8. Avena sterilis nigra .	x	3	2	x	3	3	4	2	3	4	x	4	3	3	4	4	4	4	x	4
9. Mortgage		3	4						4	2	3	1	3	4		4	1			3

Wie die Tabelle zeigt, sind die Unterschiede zwischen den einzelnen physiologischen Rassen scharf genug, um sie unterscheiden zu können. Bei den Rassen 1, 4, 11 und 19 finden wir bei der Sorte 8 den Infektionstyp x angegeben, desgleichen bei der Form 3 bei der Sorte 6. Dieser Infektionstyp ist in der auf Seite 158 aufgeführten Befallstypenskala nicht angegeben und bedarf daher noch einer Erklärung. Der Befallstyp „x" bezeichnet nämlich einen heterogenen Befall, der auf der Sorte 8 bei den angegebenen Formen in einem gleichzeitigen Auftreten der Infektionstypen 1—4 nebeneinander besteht, während auf der Sorte 6 bei Infektion mit der Form 3 die Infektionstypen 0 und 4 nebeneinander auftreten. Da es selbst durch die Methode der Einzelsporenkultur nicht gelingen wollte, eine Trennung der Infektionstypen herbeizuführen, so muß angenommen werden, daß dieser heterogene Befall durch eine einzige physiologische Rasse hervorgerufen wird.

Die in Tabelle II aufgeführte Sorte Mortgage, die ich erst verhältnismäßig spät erhielt, konnte nur noch mit einem Teil der physiologischen Rassen infiziert werden.

Die Verteilung der im Jahre 1928 gefundenen physiologischen Rassen des Haferkronenrostes nach ihrem Herkunftsort ist in Tabelle III zusammengestellt.

Tabelle III.

Verteilung der physiologischen Rassen des Jahres 1928 nach ihren Herkunftsorten.

Herkünfte	physiologische Rassen		
1. Braunschweig	9	16	
2. München	11		
3. Büchling	4	13	
4. Weihenstephan	2	10	
5. Bernhagen	5	15	
6. Baarn	9	14	
7. Dahlem	14	18	20
8. Böhmisch-Leipa	2	6	17
9. Dörflas	3		
10. Schmieleite	8	19	
11. Quedlinburg	20		
12. Kiel	8	9	
13. Jögewa	1	7	12

Aus der Tabelle geht hervor, daß eine Regelmäßigkeit in der geographischen Verteilung der physiologischen Rassen, wie sie von Scheibe (33) für *Pucc. triticina* angedeutet wurde und neuerdings ausführlich bestätigt werden konnte (34), bei dem Haferkronenrost nicht zu beobachten ist. Das Auftreten der verschiedenen Formen scheint hier vielmehr vollkommen regellos zu sein. Verschiedentlich konnten dieselben physiologischen Rassen gleichzeitig aus geographisch ganz verschiedenen Herkünften isoliert werden, so z. B. die Form 2 aus den Herkünften Weihenstephan und Böhmisch-Leipa, die Form 8 aus den Herkünften Schmieleite und Kiel. Die Form 9 wurde sowohl aus den Herkünften Braunschweig wie Baarn und Kiel isoliert, ebenso die Form 14 aus den Herkünften Baarn und Dahlem und die Form 20 aus den Herkünften Dahlem und Quedlinburg[1]).

Da die Untersuchungen aus einer einzigen Vegetationsperiode über die Stärke der Spezialisierung einer Rostform sowie über die geographische Verteilung der einzelnen physiologischen Rassen naturgemäß keinen genügenden Aufschluß geben können, wurden die Untersuchungen im Vegetationsjahre 1929 fortgesetzt.

Die in diesem Jahre anzustellenden Untersuchungen sollten sich anfänglich in folgender Richtung bewegen: Zunächst sollten Herkunftsanalysen aus den schon zeitiger auftretenden Aecidien von *Pucc. coronifera* auf *Rhamnus cathartica* vorgenommen werden und anschließend daran, zum Vergleiche der sich ergebenden Resultate, desgleichen Analysen aus den in ihrer Nachbarschaft auf *Avena sativa* auftretenden

[1]) Ob es sich im übrigen bei den genannten Formen immer um dieselben Rassen, d. h. um gleiche Genotypen handelt, muß nach den neuesten Befunden von Scheibe (34) beim Weizenbraunrost dahingestellt bleiben. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß sich Rostformen, die gleiche Befallsergebnisse auf den verwendeten neun Standardsorten zeigen, bei Überimpfung auf eine oder mehrere andere Indikatorsorten auch noch weiter trennen lassen, so daß Puccinia coronifera f. sp. avenae in Wahrheit noch viel stärker spezialisiert ist, als mit Hilfe des neun-teiligen Standardsortimentes bereits zum Ausdruck kommt.

Uredolagern. Die zu untersuchenden Rostherkünfte sollten auch möglichst wieder aus den geographisch gleichen Gebieten stammen wie im Vorjahre.

Dieser Untersuchungsgang konnte leider aus verschiedenen Gründen nicht eingehalten werden. Wenngleich im Jahre 1929 im allgemeinen ein ungemein starkes Auftreten von Aecidien auf *Rhamnus cathartica* zu beobachten war, so gelang es mir doch in keinem Falle, mit Aecidiosporen auf Hafer Uredolager zu erzeugen. Dagegen war es möglich, mit ihnen Uredolager auf verschiedenen Gräserarten zu erhalten. Desgleichen war das Auftreten des Haferkronenrostes im Jahre 1929 verhältnismäßig gering, so daß es mir nicht in allen Fällen möglich war, Sporenmaterial aus denselben Gebieten wie im Vorjahre zu erhalten.

Für die Untersuchungen im Jahre 1929 standen mir die in Tabelle IV angegebenen 14 Herkünfte des Haferkronenrostes zur Verfügung.

Tabelle IV.

Rostherkünfte aus dem Jahre 1929.

Herkünfte	Einsender
1. Illoska puczta (Ungarn)	Béla Husz
2. Gynlohoiza (Ungarn)	Béla Husz
3. Versuchsfeld Dahlem	ipse
4. Kowno	K. Regel
5. Ansbach in Mittelfranken	Landwirtschaftsstelle
6. Bernhagen, Kreis Naugard, Ostpommern	G. Müller
7. Gnadenfeld, Kreis Kosel, Oberschlesien	Landwirtschaftsschule
8. Alt-Kebonken, Kreis Sensburg, Ostpreußen	Hauptstelle f. Pflanzenschutz, Königsberg
9. Goldbach, Kreis Wehlau, Ostpreußen	„ „ „ „
10. Kreis Lyck, Ostpreußen	„ „ „ „
11. Walterkehmen, Kreis Gumbinnen, Ostpreußen	„ „ „ „
12. Kreis Darkehmen, Ostpreußen	„ „ „ „
13. Bosemb, Kreis Sensburg, Ostpreußen	„ „ „ „
14. Kreis Lyck, Ostpreußen	„ „ „ „

Die Analysen dieser 14 Herkünfte wurden ausgeführt in der Zeit von Ende August bis Ende November 1929. Mit Hilfe der vorher beschriebenen Trennungsmethoden gelang es mir, 15 verschiedene physiologische Rassen zu isolieren, die in Tabelle V unter den fortlaufenden Nummern 21—35 verzeichnet sind.

Tabelle V.

Die Ergebnisse der Haferkronenrost-Analysen aus dem Jahre 1929.

Sorten	Physiologische Rassen														
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1. Ruakura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. Uruguai-Hafer	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
3. Red Rustproof	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	3	1	4
4. Bri	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	1	0	0	1	2
5. Brünings Winterhafer	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0
6. Green Mountain	0	1	4	1	4	4	4	0	4	4	1	4	1	4	4
7. Odenwälder Straußhafer	1	2	2	2	1	3	3	3	2	2	2	2	2	3	1
8. Avena sterilis nigra	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4
9. Mortgage	1	1	0	4	1	1	1	4	3	3	1	3	2	2	4

Die Unterschiede zwischen den einzelnen physiologischen Rassen sind hier in einigen Fällen weniger markant. So unterscheiden sich z. B. die Rassen 26 und 27 nur dadurch, daß die Sorten Red Rustproof und Bri nach Infektion mit der Form 26 den Infektionstyp 0 ergeben, während dieselben Sorten bei der Form 27 den Infektionstyp 1 zeigen. Da aber in diesem Falle besonders bei der Sorte Red Rustproof eine scharfe Trennung zwischen dem Infektionstyp 0 und 1 zu beobachten ist, und zwar insofern, als sie, mit der Form 26 infiziert, einen Infektionstyp 0 ergibt, der fast an Immunität grenzt, so ist dadurch eine Trennung dieser beiden Rassen gerechtfertigt. Ebenso geringe Unterschiede bestehen zwischen den Rassen 23 und 26, doch halte ich auch hier eine Trennung für nötig. Bei Gegenüberstellung der aus den Herkunftsanalysen der Jahre 1928 und 1929 erhaltenen physiologischen Rassen ergibt sich, daß die Rassen 5 und 32 sowie 2 und 29 in ihrem Verhalten zu den neun Sorten des Standardsortiments gleich sind (vergl. Tabelle II, S. 161).

Die Verteilung der einzelnen Kronenrostrassen auf die verschiedenen Herkunftsorte im Jahre 1929 gibt die folgende Tabelle VI an.

Tabelle VI. Verteilung der physiologischen Rassen des Jahres 1929 auf ihre Herkunftsorte.

Herkünfte	physiologische Rassen		
1. Illoska puczta	27	34	
2. Gynlohoiza	25		
3. Dahlem	23		
4. Kowno	23	28	30
5. Ansbach	26		
6. Bernhagen	21	34	
7. Gnadenfeld	24	32	35
8. Alt-Kelbonken	29	31	
9. Goldbach	21		
10. Kreis Lyck	21	22	25
11. Walterkehmen	24	30	31
12. Darkehmen	21	26	31
13. Bosemb	29	33	
14. Kreis Lyck	25	33	

Auch diese Zusammenstellung zeigt wieder eine völlige Regellosigkeit in der Verteilung der einzelnen physiologischen Rassen[2]). Besonders interessant sind die Ergebnisse der Herkunftsanalysen aus Ostpreußen, und zwar deswegen, weil hier von einem verhältnismäßig kleinen Gebiet insgesamt sieben Herkunftsanalysen gemacht worden sind. Aus den sieben Rostherkünften konnte ich insgesamt neun verschiedene Rassen isolieren, von denen vier nur je einmal, drei je zweimal und zwei je dreimal vertreten waren.

Es wurden also aus 27 Rostherkünften aus den Jahren 1928 und 1929 zusammen 33 verschiedene physiologische Rassen isoliert. Die Konstanz der einzelnen Rassen wurde bei acht Formen in einjähriger ununterbrochener Kultur nachgewiesen. Da es schwierig ist, neben den laufenden Untersuchungen noch 33 physiologische Rassen längere Zeit zu kultivieren, ohne Vermischungen derselben befürchten zu müssen, mußte ich es mir versagen, für den Rest der Formen den Nachweis ihrer Konstanz noch besonders zu erbringen. Es kann aber wohl aus dem Nachweis der Konstanz bei acht Rassen gleichfalls auf die Konstanz der übrigen 25 Rassen geschlossen werden.

[2]) Bezüglich der Kritik des „Rassen"-Problems vergleiche die Fußnote auf Seite 162.

VI. Ueber die Teleutosporenbildung bei verschiedenen Rassen des Haferkronenrostes.

In einem früheren Abschnitt wurde bereits darauf hingewiesen, daß sich als besonders aufschlußreiches Kriterium für das Bestehen physiologischer Unterschiede zwischen einzelnen Rassen des Haferkronenrostes die Geschwindigkeit bezw. die Bereitwilligkeit der Erzeugung des Teleutostadiums erwiesen hat.

Über die Bedingungen, die den Übergang von der Uredo- zur Teleutoform bei den Rostpilzen bestimmen, ist man im Laufe der Zeit sehr verschiedener Ansicht gewesen. Zum Teil ist dem Klima in seiner direkten Einwirkung auf das Pilzmyzel maßgeblicher Einfluß zuerkannt worden, oder aber es wurde als Ursache für die Teleutosporenbildung das Alter des Pilzmyzels angesehen, mit dem nach Erikssons (13) Vermutungen gewisse innere Veränderungen erfolgt sein sollen. Die Annahme, daß vor allen Dingen ein bestimmter physiologischer Zustand der Nährpflanze und ihrer einzelnen Teile für den Übergang in das Teleutostadium bestimmend ist, gründet sich insbesondere auf Untersuchungen von Magnus (s. Gassner 14), Morgenthaler (25) und Gassner (14). Nach Gassner ist das Auftreten der Teleutoform an einen bestimmten Entwicklungszustand der Nährpflanze und ihrer einzelnen Teile gebunden, der im allgemeinen zu der Stoffabwanderung aus den Blättern in Beziehung steht. Die Bedeutung des physiologischen Zustandes der Wirtspflanze für die Produktion der Teleutoform wird neuerdings durch weitgehende experimentelle Untersuchungen von Waters (38) bei verschiedenen Rostarten bestätigt, ohne daß dem Entwicklungszustand der Nährpflanze die Bedeutung zugeschrieben wird, die Gassner ihm zuerkennt.

Im Laufe meiner Untersuchungen über die Spezialisierung des Haferkronenrostes konnte ich auch häufig bei jüngeren Haferpflanzen das Auftreten der Teleutoform beobachten, und zwar bemerkte ich, daß bei Infektion mit verschiedenen Rassen des Haferkronenrostes die einen immer wieder und häufig schon nach kurzer Zeit von der Uredo- in die Teleutoform übergingen, während andere Rassen nie die Ausbildung der Teleutoform erkennen ließen. Auch Parson (29) und Raines (30) konnten schon bei verschiedenen Herkünften des Haferkronenrostes Unterschiede in der Bereitwilligkeit zur Teleutosporenbildung beobachten. So konnte Raines zwei Reihen von Kulturen bilden, bei denen unter sonst gleichen Bedingungen bei der einen Reihe von 36 Kulturen 20 Kulturen nie Teleuto zeigten und nur zwei mehr als 50 Prozent, während bei der zweiten Reihe von 35 Kulturen 30 mehr als 50 Prozent Teleutosori und nur 5 Kulturen weniger als 50 Prozent ausbildeten.

Meine eigenen Beobachtungen machte ich zur Grundlage einer Reihe von besonderen Versuchen. Ich infizierte verschiedentlich die Formen 2, 9, 10, 11, 17 und 20 auf Pflanzen einer hochanfälligen Hafersorte, und zwar im Stadium der Entwicklung des zweiten Blattes. Unter den vollkommen gleichen Bedingungen des Gewächshauses kultiviert, zeigten stets nur die Rassen 2 und 10 nach kurzer Zeit Teleutobildung, während die anderen vier physiologischen Rassen nie Teleutosporen ausbildeten. Die Stärke der Infektionen, die unter Umständen einen Einfluß auf die Teleutobildung haben könnte, war so weit wie möglich in allen Versuchen dieselbe; es konnte in keinem Falle beobachtet werden, daß ihr ein bestimmender Einfluß zukam.

Diese Beobachtungen erfuhren eine Bestätigung in einer Reihe besonderer Versuche. In einem der Versuche wurde z. B. eine Reihe von Haferpflanzen einer hochanfälligen Sorte in drei verschiedenen Entwicklungsstadien mit den physiologischen Rassen 2, 9, 10, 11, 17 und 20 infiziert. Der Versuch wurde am 6. November 1929 angesetzt. Die Pflanzen der Gruppe I hatten am Infektionstage 5 Blätter gebildet, die-

jenigen der Gruppe II 3 Blätter, während die Pflanzen der Gruppe III sich im Stadium der beginnenden Entwicklung des zweiten Blattes befanden. Die Inkubationszeit dauerte 11 Tage, also bis zum 17. November. Am 25. November 1929, 19 Tage nach der Infektion, war die erste Teleutoentwicklung bei den mit den Formen 2 und 10 infizierten Pflanzen der Gruppe I festzustellen, und zwar auf allen infizierten Blättern mit Ausnahme des ersten Blattes, das bereits abgewelkt war. Drei Tage später, am 28. November, zeigten auch die mit denselben Rassen infizierten Pflanzen der Gruppe II auf allen drei infizierten Blättern zunächst geringe Teleutoentwicklung, und nach weiteren vier Tagen, am 2. Dezember 1929, auch die zur Gruppe III gehörigen Pflanzen. Die Beobachtungen wurden fortgesetzt bis zum 14. Dezember. Bis zu diesem Tage war die Mehrzahl der infizierten Blätter abgewelkt. Als Endergebnis dieses Versuches ergab sich wiederum starke Teleutobildung auf allen mit den physiologischen Rassen 2 und 10 infizierten Pflanzen. Alle mit den Rassen 9, 11, 17 und 20 infizierten Haferpflanzen zeigten keinerlei Teleutoentwicklung, mit Ausnahme eines kleinen Teleutolagers auf dem dritten Blatt einer Haferpflanze der Gruppe III, die mit der Form 9 infiziert war.

Zur weiteren Prüfung der Frage infizierte ich am 31. Juli 1929 mit den physiologischen Rassen 2, 9, 10, 11 und 20 je zwei Sortimente von sieben verschiedenen Hafersorten in zwei verschiedenen Entwicklungsstadien. Die Pflanzen der einen Sortimentsreihe befanden sich am Tage der Infektion im Beginn der Entwicklung des vierten Blattes, während die Pflanzen der zweiten Sortimentsreihe das zweite Blatt zeigten. Die Inkubationszeit dauerte bis zum 8. August 1929. Die Ergebnisse des Versuches sind in der folgenden Tabelle VII zusammengestellt. Es ist in ihr nur auf diejenige Versuchsreihe Bezug genommen, die aus Pflanzen bestand, die sich zur Zeit der Infektion im Einblattstadium befanden. Die Ergebnisse in der Versuchsreihe der älteren Pflanzen wichen von diesen kaum ab. Die Teleutobildung setzte bei diesen nur ein wenig früher ein.

Tabelle VII. Versuch über die Geschwindigkeit der Teleutobildung bei verschiedenen physiologischen Rassen und verschiedenen Hafersorten.

Versuch angesetzt am 31. 7. 1929. Dauer der Inkubationszeit 8 Tage.

Sorten	13. 8. 1929					16. 8. 1929					20. 8. 1929				
	Physiologische Rassen														
	2	9	10	11	20	2	9	10	11	20	2	9	10	11	20
1. Odenwälder Straußhafer . . .	•2	4	•1	2	3	•2	4	•1	2	3	+2	—4	+1	—2	—3
2. Uruguai-Hafer	0	0	0	4	4	0	0	0	4	4	—0	•0	—0	—4	—4
3. Ruakura	0	0	0	0	4	0	•0	0	•0	4	•0	•0	•0	•0	—4
4. Red Rustproof	0	2	4	2	4	0	2	•4	2	4	•0	—2	•4	•2	—4
5. Green Mountain	4	0	4	0	4	4	•0	4	0	4	•4	•0	—4	—0	—4
6. Avena sterilis nigra	3	3	4	x	4	•3	3	•4	x	4	+3	—3	•4	—x	—4
7. Brünings Winterhafer	0	0	0	4	4	0	0	0	4	4	•0	•0	—0	—4	—4

In der Tabelle bedeuten: — keine Teleutoentwicklung. • schwache Teleutoentwicklung.
+ starke Teleutoentwicklung. Die Zahlen geben den Infektionstyp an.

Am ersten Beurteilungstage zeigten, wie aus Tabelle VII hervorgeht, eine beginnende Teleutobildung nur die Rassen 2 und 10, und zwar zunächst nur auf Pflanzen, die ihnen gegenüber eine gewisse Resistenz besitzen. Drei Tage später setzte die Teleutobildung bei den Rassen 2 und 10 auch schon auf anfälligeren Sorten ein. Außerdem war eine geringe Teleutobildung bei einigen hochresistenten Sorten in der Reihe der Rassen 9 und 11 zu beobachten. Am letzten Beobachtungstage war bei fast allen Sorten in den mit den Rassen 2 und 10 infizierten Reihen stärkere Teleutoentwicklung festzustellen mit Ausnahme von einigen stark resistenten Sorten. Die Formen 9 und 11 hatten nur verhältnismäßig schwächere Teleutobildung auf einigen resistenten Pflanzen hervorgebracht, während auf den mit der Form 20 infizierten Sorten in keinem Falle Teleutolager zu beobachten waren.

Wie aus der Tabelle VII hervorgeht und auch bei anderer Gelegenheit verschiedentlich beobachtet wurde, setzt die Teleutoentwicklung am schnellsten bei resistenten Pflanzen ein. Es ist das eine Beobachtung, die auch bereits von Parker (28) gemacht wurde, und die auch eine Bestätigung fand durch Versuche von Waters (38) mit *Uromyces appendiculatus* auf zwei verschieden anfälligen Sorten von *Phaseolus vulgaris*.

Aus den Untersuchungen ergibt sich also, daß erstens bei einzelnen Rassen des Haferkronenrostes weitgehende Differenzen bestehen in der Bereitwilligkeit, Teleutosporen zu bilden, und daß zweitens die Teleutosporenbildung in gewisser Beziehung steht zu dem Resistenzgrad der betreffenden Wirtspflanze.

Von den sechs in die Untersuchungen einbezogenen physiologischen Rassen waren es stets nur die Rassen 2 und 10, die bei Kultur auf hochanfälligen Haferpflanzen ausnahmslos nach einer gewissen Zeit von dem Uredo- in das Teleutostadium übergingen. Hieraus ergibt sich, daß unter den Faktoren, die bei dem Haferkronenrost einen Übergang aus dem Uredo- in das Teleutostadium bewirken können, die innere Konstitution des Pilzes selbst unbedingt beachtet werden muß.

Bei der Kultur auf verschieden anfälligen Hafersorten konnte durchgängig die Beobachtung gemacht werden, daß die Teleutobildung zuerst auf den resistenteren Sorten einsetzt. Verschiedentlich brachten sogar solche Pflanzen Teleutosporen hervor, die bei der Bonitierung im Uredostadium der betreffenden physiologischen Rasse gegenüber höchste Resistenz, d. h. den Befallstyp 0 ergaben. Gewisse Rassen, die bei der Kultur auf hochanfälligen Haferpflanzen nie Teleutosporen ausbildeten, brachten solche noch auf resistenten Haferpflanzen hervor. Eine Erklärung der Erscheinung des schnelleren Übergangs des Rostpilzes aus dem Uredo- in das Teleutostadium auf resistenten Wirtspflanzen dürfte schon aus dem Grunde Schwierigkeiten bereiten, daß die Resistenzverhältnisse in ihren Ursachen selbst bisher noch ungeklärt sind. Doch läßt sich diese Erscheinung gut mit der Anschauung von Waters (38) erklären, nämlich daß "the early appearance of the telial stage on a resistant plant is due to the inability of the fungus to establish a satisfactory food relationship with the host." (38, S. 209.)

VII. Die Sortenprüfungen.

Nachdem sich als Ergebnis der Herkunftsanalysen eine sehr starke Spezialisierung des Haferkronenrostes herausgestellt hatte, mußte sich diesen Untersuchungen als notwendige Folge eine Prüfung einer größeren Zahl von Hafervarietäten und -sorten auf ihre Anfälligkeit bezw. Resistenz, zum wenigsten einem Teil der isolierten physiologischen Rassen gegenüber, anschließen. Es standen mir hierfür im ganzen 198 verschiedene Hafersorten zur Verfügung, über deren Herkunft bereits im Abschnitt II be-

Tabelle VIII.

Hafersortenprüfungen mit verschiedenen physiologischen Rassen des Haferkronenrostes.

Hafersorten	Befallstypen der physiologischen Formen								
	2	3	9	10	11	14	16	17	20
I. Avena abyssinica									
1. Avena abyssinica	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2. Avena abyssinica	1	4	0	4	4	4	0	1	4
II. Avena brevis									
3. Avena brevis	4	4	4	4	4	4	4	4	3
4. Avena brevis	4	1	4	4	4	4	4	4	0
5. Avena nudibrevis	4	4	4	4	4	4	4	4	4
III. Avena byzantina									
6. Avena byzantinica	4	4	4	4	4	4	4	4	4
IV. Avena fatua									
7. Avena fatua	4	4	4	4	4	4	4	4	4
8. Fatuoid aus Svalöfs Siegesh.	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9. Fatuoid unbekannter Herkunft	4	4	4	4	4	4	4	4	4
V. Avena sativa (orientalis u. nuda)									
10. Altmittweidaer Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
11. Anderbecker Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
12. Australischer Port Adelaide	4	4	4	4	4	4	4	4	4
13. Avena patula var. brunnea	4	4	4	4	4	4	4	4	4
14. „ „ „ montana	4	4	4	4	4	4	4	4	4
15. „ „ „ setosa	4	4	4	4	4	4	4	4	4
16. „ „ „ cinerea	2—4	4	4	4	4	4	4	4	4
17. „ nuda var. chinensis	4	4	4	4	4	4	4	4	4
18. „ orientalis var. tristis	4	4	4	4	4	4	4	4	4
19. „ „ „ pugnax	4	4	4	4	4	4	4	4	4
20. Bayerischer Gebirgshafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
21. Bensings Findlingshafer	4	4	4	2	4	4	4	3	4
22. Berghafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
23. Beselers Hafer II	4	4	4	4	4	4	4	4	4
24. Beselers Hafer III	4	4	4	4	4	4	4	4	4
25. Brandts Gretchenhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
26. Breustedts Ertragreichster Frühhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
27. Bri schwarzer ergiebiger	4	4	4	4	4	4	4	4	4
28. Bri	4	4	4	4	4	4	4	4	4[1])
29. Bri	0	0	4	1	4	4	4	1	1
30. Carstens Hafer Nr. IV	4	4	4	4	4	4	4	4	4
31. Chinesischer Nackthafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
32. Clydesdale	4	4	4	4	4	4	4	4	4
33. Dahmer Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
34. Deister Hafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
35. Dietzes Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
36. Dippes Ueberwinder Saathafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
37. Dollar	4	4	0[2])	4	4	4	4	4	4
38. Dr. Brünings Winterhafer	0	4	0	1	4	4	0	4	4
39. Griesings Winterhafer	0	4	0	1	4	4	0	4	4
40. Ebstorfer Kleyhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
41. Endress Frankenhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
42. Engelens Hafer Kriemhild	4	4	4	4	4	4	4	4	4

[1]) einige Pflanzen Typ 0; [2]) einige Pflanzen Typ 4.

Hafersorten	Befallstypen der physiologischen Formen								
	2	3	9	10	11	14	16	17	20
43. Engelens Hafer Siegfried	4	4	4	4	4	4	4	4	4
44. Erlbachhofer Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
45. „ „ Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
46. Esenger	4	4	4	4	4	4	4	4	4
47. Etampes	4	4	4	4	4	4	4	4	4
48. Fichtelgebirgszuchthafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
49. Fischers Wirchenblattler III	4	4	4	4	4	4	4	4	4
50. „ „ Frühhafer XVI	4	4	4	4	4	4	4	4	4
51. Flandrischer Gelber	4	4	4	4	4	4	4	4	4
52. Franks Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
53. Früher Nordfinnischer Schwarzhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
54. Georgier	4	4	4	4	4	4	4	4	4
55. Golden Fleece	4	4	4	4	4	4	4	4	4
56. Gopher Hafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
57. Görsdorfer Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
58. Green Mountain C. I. 1892	4	x	0	4	0	4	4	1	4
59. Grauer Winterhafer	4	4	4	4	4	4	3	4	4
60. Gudrunhafer	4	4	4[1])	4[1])	4	4	4	4	4
61. Guntramhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
62. Günthers Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
63. Haferneuzüchtung Nr. 105	4	4	4	4	4	4	4	4	4
64. „ „ „ 205	4	4	4	4	4	4	4	4	4
65. Harald	4	4	4	4	4	4	4	4	4
66. Heines Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
67. Hohenheimer Hafer Nr. 5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
68. „ „ „ Nr. 1a7	4	4	4	4	4	4	4	4	4
69. „ „ „ Nr. 1a9	4	4	4	4	4	4	4	4	4
70. Holländischer Schwarzhafer Präsident	4	4	4	4	4	4	4	4	4
71. Houdan	4	4	4	4	4	4	4	4	4
72. Hörnings Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
73. „ Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
74. Homoksczentlocine	4	4	4	4	4	4	4	4	4
75. Hvitling	4	4	4	4	4	4	4	4	4
76. Jägers Albhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
77. „ Duppauer Hafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
78. Janetzkis Neißegau Hafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
79. v. Kalbens Vienauer Hafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
80. Kanadischer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
81. Dr. Kauffmanns Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
82. „ „ Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
83. Kiemes Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
84. Kippenhans Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
85. Kirsches Gelbhafer I	4	4	4	4	4	4	4	4	4
86. „ „ II	4	4	4	4	4	4	4	4	4
87. „ „ III	4	4	4	4	4	4	4	4	4
88. Kraffts rheinischer Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
89. „ „ Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
90. Krugshorn	4	4	4	4	4	4	4	4	4
91. Lembkes Hafer Baldur	4	4	4	4	4	4	4	4	4
92. Leutewitzer Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
93. Lichtenberger Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
94. Lischower Frühhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
95. Lischower Hedwigshafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4

[1]) Einige Pflanzen Typ 2.

Hafersorten	Befallstypen der physiologischen Formen								
	2	3	9	10	11	14	16	17	20
96. Lischower Kürassierhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
97. v. Lochows Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
98. Lohmanns Weender Duppauer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
99. Lüneburger Kleyhafer Heidegold	4	4	4	4	4	4	4	4	4
100. „ „ Moorzauber	4	4	4	4	4	4	4	4	4
101. „ „ Kleykönig	4	4	4	4	4	4	4	4	4
102. Mahndorfer früher Viktoria Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
103. Mahndorfer Hafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
104. Malkwitzer Sommerhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
105. Mansholts Hafer I	4	4	4	4	4	4	4	4	4
106. „ „ IIb	4	4	4	4	4	4	4	4	4
107. „ „ III	4	4	4	4	4	4	4	4	4
108. Mettes Ligowo Hafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
109 Meyer-Bornsenscher Lüneburger Kleyhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
110. Mittlauer Ligowo Hafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
111. Milton	4	4	4	4	4	4	4	4	4
112. Moosburger Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
113. Mortgage	3	4	4	2	3	4	4	1	3
114. Mortgage Lifter	3	4	4	2	3	4	4	1	3
115. Mortgagner weiß	4	4	4	4	4	4	4	4	4
116. Niederarnbacher Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
117. Nackter großer China	4	4	4	4	4	4	4	4	4
118. Nordhauser Burghafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
119. Oberlausitzer Saatzuchthafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
120. Odenwälder Straußhafer	2	4	4	1	2	1	4	1	2
121. „ Frühhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
122. Pfarrkirchener Edelhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
123. Peragis Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
124. Pflugs Frühhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
125. „ Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
126. Pförtener Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
127. „ Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
128. Podolischer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
129. Polnischer Weißer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
130. Probsteier Hafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
131. Prolifique de Californie	4	4	4	4	4	4	4	4	4
132. Providance	4	4	4	3	4	4	4	4	4
133. PSG. Antifrit Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
134. „ Bismarckhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
135. „ Goldkornhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
136. „ Silberhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
137. „ Viktoriahafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
138. Raeckes Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
139. Rastatter Gelbhafer Neuzucht	4	4	4	4	4	4	4	4	4
140. v. Reininghaus Mauerner Frühhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
141. Riesensommer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
142. Rimpaus Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
143. Rinecker Fahnenhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
144. Rothenburger Schwarzhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
145. Rousse couronné	4	3	4	4	4	4	4	4	4
146. Ruakura C. I. 2025	0	0	0	0	0	1	1	1	4
147. Rügenscher	4	4	4	4	4	4	4	4	4
148. Salzmünder Echohafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
149. Saxonia Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Hafersorten	Befallstypen der physiologischen Formen								
	2	3	9	10	11	14	16	17	20
150. Schrickers Gelbhafer	4	4	4	2	4	4	4	3	4
151. „ Sechsämter Weißhafer F48	4	4	4	4	4	4	4	4	4
152. „ Weißhafer Nr. 39	4	4	4	4	4	4	4	4	4
153. „ Weißhafer Diethelm	4	4	4	4	4	4	4	4	4
154 Schottischer Bervick	4	4	4	4	4	4	4	4	4
155. „ Hopetown	4	4	4	4	4	4	4	4	4
156. „ potato Hafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
157. Schwarzhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
158. Schwarzhafer von Tuttlingen	4	4	4	4	4	4	4	4	4
159. Schwarzer Winterhafer	0	4	1	0[1])	4	0[1])	3	4	4
160. Schwedischer Weißer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
161. Sarscentmicklos	4	4	4	4	4	4	4	4	4
162. Sebenter Hafer I	4	4	4	4	4	4	4	4	4
163. „ „ II	4	4	4	4	4	4	4	4	4
164. Selchower weißer Rispenhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
165. Sperlings Sinslebener Hafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
166. Stauffers Obersülzer Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
167. „ „ Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
168. Streckenthiner Hafer Nr. 30	4	4	4	4	4	4	4	4	4
169. „ Weißhafer Nr. 2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
170. „ „ Nr. 9	4	4	4	4	4	4	4	4	4
171. Strubes Schlanstedter Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
172. „ „ Weißhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
173. Suckerts Goldhafer Nr. I	4	4	4	4	4	4	4	4	4
174. Svalöfs Goldregenhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
175. „ Königshafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
176. „ Ligowohafer II	4	4	4	4	4	4	4	4	4
177. „ Siegeshafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
178. „ Großmogul	4	4	4	4	4	4	4	4	4
179. Tapiogyorgye	4	4	4	4	4	4	4	4	4
180. Tatarischer Weißer	4	4	0[1])	4	4	4	4	4	4
181. Tatarischer Fahnenhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
182. Ueberfluß	4	4	4	4	4	4	4	4	4
183. Ungarischer Weißer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
184. Uruguai Hafer	0	0	0	0	4	3	0	4	4
185. Veizlo	4	4	4	4	4	4	4	4	4
186. Waldsacks Gelbhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
187. Weihenstephaner Gotenhafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
188. Werthers Göttinger Hafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
189. Willkommen	4	4	4	4	4	4	4	4	4
190. Wobesder Saathafer	4	4	4	4	4	4	4	4	4
VI. Avena sterilis									
191. Avena sterilis	4	4	4	4	4	4	4	4	4
192. Avena sterilis	4	4	4	4	4	4	4	4	4
193. Avena sterilis var. nigra C. I. 840—49	3	2	3	4	x	3	4	4	4
194. Red Rustproof C. I. 1815	0	0	2	4	2	0	2	4	4
VII. Avena strigosa									
195. Avena strigosa	4	3	4	4	4	4	4	4	4
196. Avena strigosa	4	3	4	4	4	4	4	4	4
197. Pied de mouche	4	4	4	4	4	4	4	4	4
198. White Russia	4	1	4	4	4	4	4	4	1

[1]) Einige Pflanzen Typ 4.

richtet ist. Das Infektionsmaterial bestand aus den Rassen 2, 3, 9, 10, 11, 14, 16, 17 und 20. Die Untersuchungen wurden ebenso, wie bei Scheibe (33) beschrieben, in für jede Form getrennten Infektionszellen vorgenommen. Von jeder Sorte wurden 10 Pflanzen, die zu je fünf in einem Topf herangezogen waren, der Prüfung unterzogen. Infiziert wurden die Pflanzen wiederum im Stadium der beginnenden Entwicklung des zweiten Blattes. Sorten, die einer Form gegenüber eine gewisse Resistenz zeigten, wurden einer mehrmaligen Prüfung unterzogen. Die Ergebnisse der Sortenprüfungen sind in Tabelle VIII aufgeführt.

Die in Tabelle VIII aufgezeichneten Ergebnisse sind in doppelter Hinsicht von Interesse, und zwar erstens hinsichtlich der Resistenzverhältnisse innerhalb der für den Haferanbau wichtigsten Art *Avena sativa*, und zweitens hinsichtlich der Resistenzverhältnisse bei den verschiedenen Arten der Gattung *Avena*.

Was die Resistenzverhältnisse innerhalb der Art *Avena sativa* anbetrifft, so war im allgemeinen von vornherein mit einer hohen Anfälligkeit bei fast allen Sorten zu rechnen. Das wird durch die Untersuchungen in vollem Maße bestätigt. Allerdings zeigen einige wenige Sorten auch eine zum Teil bemerkenswerte Resistenz. Unter diesen sind es besonders die Sorten Ruakura und Green Mountain, die sich schon durch die Untersuchungen von Hoerner (16) und Parson (29) als zum Teil resistent erwiesen hatten. Während Green Mountain sich nur den physiologischen Rassen 9, 11 und 17 gegenüber als hochgradig resistent erweist, besitzt Ruakura eine recht beachtliche Resistenz allen Rassen gegenüber mit Ausnahme der Form 20. Der von Gassner als nur schwach anfällig beschriebene Uruguay-Hafer zeigte sich einer größeren Zahl von Formen gegenüber ebenfalls als hoch resistent. Von den aus dem Vavilov'schen Sortiment stammenden Sorten zeichneten sich die Sorten Bri, Mortgage und Mortgage Lifter durch stärkere Resistenz aus. Von deutschen Sorten sind es vor allen Dingen die Winter-Hafer: Brünings-, Griesings- und Schwarzer Winter-Hafer, und die Sorte Odenwälder Straußhafer, die verschiedentlich Resistenz zeigen.

Bezüglich der Verteilung der Resistenz bei den einzelnen Arten innerhalb der Gattung *Avena* ließ sich feststellen, daß sowohl hohe Anfälligkeit wie auch starke Resistenz bei allen Arten vorkommen. Eine Ausnahme scheinen nur *Avena fatua* und *Avena byzantina* zu machen. Doch ist dabei zu bedenken, daß der Mangel an resistenten Formen bei *Avena byzantina* wohl damit zu erklären ist, daß nur eine geringe Zahl von Varietäten geprüft werden konnte. Es liegt dieser Schluß um so näher, da ja Resistenz innerhalb dieser Art schon durch Untersuchungen von Vavilov (37) nachgewiesen worden ist. Meine obigen Resultate müssen mich daher zu denselben Schlußfolgerungen führen, die schon Rudorf (31) auf Grund seiner Sortenprüfungen mit *Puccinia glumarum tritici* gezogen hat, nämlich, daß „die von Vavilov aufgestellte Gesetzmäßigkeit der Verteilung der Immunität gegen pilzliche Parasiten nach phylogenetischen Gruppen der Wirtspflanzen" (29, p. 478) auch für den Haferkronenrost nicht zutrifft.

VIII. Gräserinfektionen.

Nach den Untersuchungen von Klebahn und Eriksson gilt die auf Hafer vorkommende Kronenrostform *Pucc. coronifera f. sp. avenae* als streng spezialisiert auf *Avena sativa*. Nachdem nun neuere Untersuchungen ergeben hatten, daß der Haferkronenrost selbst auch keine einheitliche Rostart darstellt, sondern in eine Reihe von „physiologischen Rassen" zerfällt, schien es mir geboten, auch mit einzelnen Rassen des Haferkronenrostes Infektionen auf verschiedenen Gräserarten vorzunehmen. Diese Untersuchungen sollten zeigen, ob gewisse Kronenrost-Rassen über die Grenze ihres

eigentlichen Uredowirtes, *Avena sativa*, hinaus noch Infektionen auf anderen Gräserarten hervorrufen können. Zu diesem Zwecke infizierte ich ein Sortiment von 19 verschiedenen Gräserarten mit 14 Rassen des Haferkronenrostes. Die Infektionsmethode war dieselbe wie im Abschnitt III angegeben. Jede Versuchsreihe wurde zweimal geprüft, und zwar zu verschiedenen Zeiten. Die Infektionen wurden im Laufe des Frühjahres und Sommers 1929 durchgeführt. Tabelle IX zeigt die Ergebnisse in anschaulicher Weise.

Tabelle IX.

Die Ergebnisse der Gräserinfektionen mit verschiedenen Rassen des Haferkronenrostes.

Gräser	physiologische Rassen												
	2	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20
1. Agrostis vulgaris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2. Agrostis stolonifera	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. Alopecurus pratensis	c	—	c	—	—	—	—	—	—	—	—	c	—
4. Arrhenaterum elatius	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5. Avena flavescens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6. Avena pubescens	c	—	—	—	c	—	—	—	—	—	—	—	—
7. Bromus mollis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8. Calamagrostis arundinacea	—	—	—	c	—	—	—	c	—	—	—	—	
9. Cynosurus cristatus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10. Dactylis glomerata	c	c	1	c	1	1	n	c	c	c	c	c	c
11. Festuca elatior	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. Holcus lanatus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. Festuca gigantea	—	—	—	c	—	—	—	—	—	—	c	—	—
14. Holcus mollis	—	—	—	—	c	—	c	c	—	—	—	—	—
15. Lolium italicum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16. Lolium perenne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17. Phleum pratense	n	n	—	1	1	n	n	c	c	n	1*)	1	2*)
18. Poa pratensis	c	—	—	—	c	—	—	—	—	—	—	—	—
19. Triticum repens	c	c	c	n	c	c	c	c	c	c	—	c	c

Bedeutung der Zeichen: — = kein Infektionserfolg. c = Chlorose. n = Nekrose.
Zahlen geben den Infektionstyp an auf Grund der Befallstypenskala (vergl. Abschnitt IV, S. 158).
*) Bei der Kontrolle nur Chlorose.

Bei einem großen Teil der Gräser wurde überhaupt kein Infektionserfolg wahrgenommen. Ein anderer Teil zeigte bei Infektion mit einigen physiologischen Rassen leichte Chlorose, mit anderen dagegen wiederum keinen Infektionserfolg. Teilweise waren auch die chlorotischen Flecke so schwach, daß Zweifel bestehen konnten, ob sie durch die Infektionen bedingt waren oder ob sie von anderen Ursachen herrührten. Von den 14 Formen erzeugten 13 auf *Triticum repens* leichte Chlorose bis stärkere Nekrose. Ebenso brachten 13 physiologische Formen auf *Phleum pratense* einen deutlichen Infektionserfolg hervor. Auf die Infektionen mit den Formen 10, 11, 17 und 19 reagierte *Phleum pratense* mit dem Infektionstyp 1, auf die Form 20 sogar mit dem Infektionstyp 2, d. h. es wurden in beiden Fällen mehr oder weniger deutliche Uredolager gebildet. Auch auf *Dactylis glomerata* wurde in drei Fällen, und zwar durch die Rassen 9, 11 und 12, der Infektionstyp 1 hervorgebracht. In jedem der genannten Fälle, wo Pusteln gebildet waren, wurden die Uredo wieder auf Hafer vermehrt und darauf auf dem Standardsortiment die Identität der betreffenden Formen nachgeprüft. In zwei Fällen zeigte sich bei der Kontrollinfektion auf *Phleum pratense* ein veränderter Infektionstyp. Die Erklärung für die Abweichung dürfte darin zu suchen sein, daß es sich bei den Grassamen vermutlich nicht immer um genotypisch reines Samenmaterial handelte.

IX. Zusammenfassung.

Die Untersuchungen über die Differenzierung des Haferkronenrostes, *Puccinia coronifera f. spec. avenae*, in physiologische Formen haben allein in zwei Untersuchungsjahren (1928 u. 1929) zur Isolierung von 33 verschiedenen Rassen geführt. Diese 33 Haferkronenrost-Rassen entstammten 27 verschiedenen Rostherkünften. Was die Konstanz der einzelnen Rassen anbetrifft, so konnte diese für acht Rassen in einjähriger ununterbrochener Kultur nachgewiesen werden.

Aus der Fülle dieser Kronenrost-Rassen geht einwandfrei hervor, daß es zum Artbild des Haferkronenrostes für deutsche Verhältnisse gehört, daß er sehr stark in physiologische Rassen zerfällt. Die in gleicher Richtung für deutsche Verhältnisse bisher durchgeführten Untersuchungen beim Weizenbraunrost (33, 34) und beim Gelbrost des Weizens (6) stehen in ihren Ergebnissen in einem gewissen Gegensatz hierzu, da man, verglichen mit der „Rassenfülle" beim Haferkronenrost, bei diesen beiden Rostarten von einer gewissen „Rassenarmut" sprechen muß. Hingegen läßt sich eine Parallele ziehen zu dem Ergebnis der Untersuchungen beim Schwarzrost des Weizens in Nord-Amerika, bei dem Stakman und seine Mitarbeiter bereits die große Zahl von 57 physiologischen Rassen aufgefunden haben (nach Allison, 6, p. 232). Diese Gegenüberstellung der Artbilder verschiedener Getreiderostarten ist von besonderem Interesse, wenn man auf Grund der neueren Untersuchungen von Craigie (7, 8) die Entstehung der physiologischen Rassen in Zusammenhang bringt mit der sexuellen Vermehrung der Rostpilze auf ihren Zwischenwirten. Für diese Annahme spricht insbesondere auch der Umstand, daß gerade die Getreiderostarten, wie der Kronenrost und der Schwarzrost, deren Zwischenwirte in Mitteleuropa bzw. in Nord-Amerika häufig vorkommen, sich — im Gegensatz zu anderen Getreiderostarten — durch eine sehr große Rassenfülle auszeichnen. Allerdings entbehrt diese Annahme bisher noch des experimentellen Nachweises. Versuche, die ich selbst zur Klärung dieser Frage zu unternehmen beabsichtigte, scheiterten an der mangelnden Keimfähigkeit der Teleutosporen.

Untersuchungen über die Teleutosporenbildung bei verschiedenen Rassen des Haferkronenrostes ergaben, daß die Geschwindigkeit, beziehungsweise die Bereitwilligkeit der Teleutosporenbildung bei den einzelnen Rassen als neues physiologisches Moment zur Kennzeichnung einzelner physiologischer Rassen von *Pucc. coronifera f. sp. avenae* herangezogen werden kann. Bei allen zukünftigen Untersuchungen über die Bedingungen der Teleutosporenbildung beim Haferkronenrost dürfte dieses Moment nicht übersehen werden.

Die Sortenprüfungen mit verschiedenen physiologischen Rassen des Haferkronenrostes ließen durchgängig bei fast allen Hafervarietäten stärkste Anfälligkeit erkennen. Es zeichnete sich nur eine geringe Zahl von Sorten durch eine bemerkenswerte Resistenz aus, und zwar war die Resistenz nur an bestimmte Rassen des Haferkronenrostes gebunden. Was die Verteilung der Resistenz innerhalb der Gattung *Avena* betrifft, so konnte sowohl Resistenz wie auch Anfälligkeit bei fast einer jeden Art der Gattung *Avena* festgestellt werden.

Infektionen eines Sortiments von 19 verschiedenen Gräserarten mit 14 verschiedenen physiologischen Rassen des Haferkronenrostes ergaben bei der Mehrzahl der infizierten Gräser überhaupt keinen Infektionserfolg. Ein anderer Teil zeigte bei Infektion mit einigen Rassen leichte Chlorose bzw. Nekrose, mit anderen dagegen wiederum keinen Infektionserfolg. Zwei Gräser, *Phleum pratense* und *Dactylis glomerata*, ergaben bei Infektion mit bestimmten Rassen des Haferkronenrostes geringe Pustelbildung.

Die vorliegende Arbeit wurde an der Biologischen Reichsanstalt in Berlin-Dahlem angefertigt. Ich möchte nicht verfehlen, noch an dieser Stelle Herrn Geheimrat Prof. Dr. Appel für die Überlassung des Arbeitsplatzes für die Durchführung der Versuche meinen Dank auszusprechen, desgleichen auch Herrn Dr. Scheibe, der mich in die Technik der Untersuchungen einführte und auch sonst im Verlaufe der Untersuchungen stets mich mit seinem Rat in liebenswürdiger Weise unterstützt hat.

Abgeschlossen im Februar 1930.

Literatur.

1. Allen, R. F. A cytological study of infection of Baart and Kanred wheats by Pucc. graminis tritici. Jour. Agr. Res. **23**, 131—152, 1923.
2. — Cytological studies of infection of Baart, Kanred and Mindum wheats by Pucc. graminis tritici forms III and XIX. Jour. Agr. Res. **26**, 571—604, 1923.
3. — Cytological studies of forms 9, 21 and 27 of Pucc. graminis tritici on Khapli Emmer. Jour. Agr. Res. **32**, 701—725, 1926.
4. — A cytological study of Pucc. triticina physiologic form 11 on Little Club wheat. Jour. Agr. Res. **33**, 201—222, 1926.
5. — A cytological study of Orange Leaf rust, Pucc. triticina physiologic form 11 on Malakoff wheat. Jour. Agr. Res. **34**, 697—714, 1927.
6. Allison, Cl. Die biologische Spezialisierung bei den Getreiderostpilzen und ihre Bedeutung für die Rostresistenz-Züchtung. Der Züchter, **1**, 230—237, 1929.
7. Craigie, I. H. Experiments on sex in rust fungi. Nature 1927.
8. — Discovery of the function of the pycnia of the rust fungi. Nature 1927.
9. Dietz, S. M. The alternate hosts of crown rust, Pucc. coronata Cda. Jour. Agr. Res. **33**, 953—970, 1926.
10. Eriksson, I. Über die Spezialisierung des Parasitismus bei den Rostpilzen. Ber. Deut. Bot. Ges. **12**, 292—331, 1894.
11. — Neue Beobachtungen über die Natur und das Vorkommen des Kronenrostes. Centrbl. f. Bakt. Abt. II. 291—308, 1897.
12. — Neue Beobachtungen über die Spezialisierung der grasbewohnenden Kronenrostformen. Ark. Bot. **8**, 1—26, 1908.
13. Eriksson, I. und Henning, E. Die Getreideroste. 1896.
14. Gassner, G. Die Teleutosporenbildung der Getreiderostpilze und ihre Bedingungen. Ztschrft. f. Bot. **7**, 65—120, 1915.
15. Gassner, G. und Appel, G. O. Untersuchungen über die Infektionsbedingungen der Getreiderostpilze. Arb. d. Biolog. Reichsanst. **15**, 417—436, 1927.
16. Hoerner, G. R. Biologic forms of Pucc. coronata on oats. Phytopath. **9**, 309—314, 1919.
17. Klebahn, H. Kulturversuche mit heteröcischen Uredineen. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten **2**, 332—343, 1892.
18. — Kulturversuche mit heteröcischen Uredineen. Daselbst **4**, 129—136, 1894.
19. — Kulturversuche mit heteröcischen Uredineen. Daselbst **5**, 151—156 und 327—333, 1895.
20. — Kulturversuche mit heteröcischen Uredineen. Daselbst **6**, 331—338, 1896.
21. Levine, M. N. Biometrical studies on the variation of physiologic forms of Pucc. graminis tritici and the effects of ecological factors on the susceptibility of wheat varieties. Phytopath. **18**, 7—123, 1928.
22. Mains, E. B. and Jackson, H. S. Physiologic specialisation in the leaf rust of wheat Pucc. triticina. Phytopath. **16**, 89—120, 1926.
23. Melhus, I. E., Dietz, S. M. and Willey, F. Alternate hosts and biologic specialization of crown rust in America. Iowa Agr. Exp. St. Res. Bul. **72**, 211—236, 1922.
24. Melhus, I. E. and Durrell, L. W. Studies on the crown rust of oats. Iowa Agr. Exp. St. Res. Bul. **49**, 115—144, 1919.

25. Morgenthaler, O. Über die Bedingungen der Teleutosporenbildung bei den Uredineen. Centrbl. f. Bakt. Abt. II. **27**, 73—92, 1910.

26. Mühlethaler, J. Infektionsversuche mit Rhamnus befallenden Kronenrosten. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. **30**, 386—419, 1911.

27. Newton, M. Studies in wheat stem rust, Pucc. graminis tritici. Transactions of Roy. Soc. of Canada, Serie 3, **16**, 153—210, 1922.

28. Parker, I. H. Greenhouse experiments on the rust resistance of oat varieties. U. S. Dept. Agr. Bul. 629, 1918.

29. Parson, H. E. Physiologie specialization in Pucc. coronata avenae. Phytopath. **17**, 783—790, 1927.

30. Raines, M. A. Vegetative vigor of the host as a factor influencing susceptibility and resistance to certain rust diseases of the higher plants. Amer. Jour. of. Bot. **9**, 205—238, 1922.

31. Rudorf, W. Beiträge zur Immunitätszüchtung gegen Pucc. glumarum tritici. Phytopath. Ztschr. **1**, 465—525, 1929.

32. Ruttle, M. L. and Fraser, W. P. A cytological study of Pucc. coronata Cda. on Banner and Cowra 35 oats. University of California Publ. in Bot. **14**, 21—72, 1927.

33. Scheibe, A. Studien zum Weizenbraunrost Pucc. triticina Erikss. I. Methoden und Ergebnisse bei der Bestimmung seiner physiologischen Formen. Arb. d. Biolog. Reichsanst. **16**, 575—608, 1928.

34. — Studien zum Weizenbraunrost, Pucc. triticina Erikss. III. Über die Verbreitung der einzelnen physiologischen Formen und Formenkreise in Deutschland und in seinen angrenzenden Gebieten. Arb. d. Biolog. Reichsanst. **18**, 55—82, 1930.

35. Stakman, E. C. Relation between Pucc. graminis and plants highly resistant to its attack. Jour. Agr. Res. **4**, 193—200, 1915.

36. Stakman, E. C. and Levine, M. N. The determination of biologic forms of Pucc. graminis in Triticum sp. Minn. Tech. Bul. **8**, 1922.

37. Vavilov, N. Immunity of plants to infectious diseases. Moskau, 1918, engl. Resumé.

38. Waters, C. W. The control of teliospore and urediniospore formation by experimental methods. Phytopath. **18**, 157—213, 1928.